

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
 - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
 - FADED TEXT
 - ILLEGIBLE TEXT
 - SKEWED/SLANTED IMAGES
 - COLORED PHOTOS
 - BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
 - GRAY SCALE DOCUMENTS
-

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-241735

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 B 11/16

H 9206-2F

G 0 1 N 21/88

D 8304-2J

// G 0 1 B 11/26

H 9206-2F

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-50014

(22)出願日 平成5年(1993)2月16日

(71)出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

(72)発明者 松下 嘉光

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

日本板硝子株式会社内

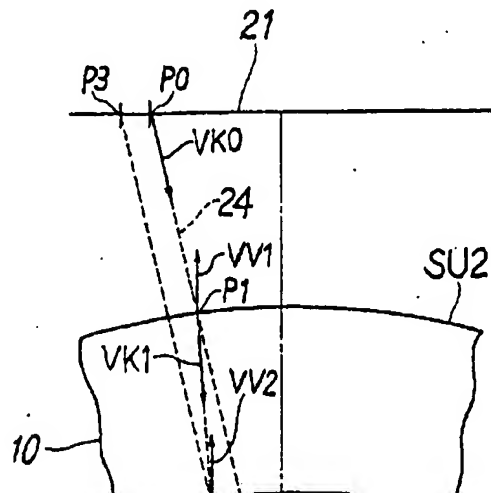
(74)代理人 弁理士 土屋 勝

(54)【発明の名称】 板状体の透視歪のシミュレーション方法

(57)【要約】

【目的】 実際に透視歪を検出することなく比較的簡単なシミュレーション計算を行うことによって、ウインドシールドなどの板状体の透視歪を短時間で高精度に検出する。

【構成】 与えられた形状データから板状体の3次元曲面の形状モデルを得る段階と、少くとも3つの仮想点P0を有するターゲットを複数備える仮想平面21を、上記形状モデルに対する観測基準点EPの反対側を得る段階と、上記仮想点P0から上記観測基準点EPの方向に向かう仮想光線24が上記形状モデルで屈折した後に進行



【特許請求の範囲】

【請求項1】与えられた形状データから得られる板状体の3次元曲面の形状モデルの透視歪をシミュレーションするために、上記形状モデルを複数の小領域に分け、これら複数の小領域について透視歪をそれぞれシミュレーションする方法において、

与えられた形状データから板状体の3次元曲面の形状モデルを得る段階と、

少なくとも3つの仮想点を有するターゲットを複数備える仮想平面を、上記形状モデルに対する観測基準点の反対側に得る段階と、

上記仮想点のそれぞれから上記観測基準点の方向に向かう仮想光線が上記形状モデルの一方の面および他方の面で屈折した後に進行する方向を表す直線と、上記仮想平面との交点を得る段階と、

同一のターゲットを構成している上記仮想点とこれらの仮想点についての上記交点とから、このターゲットに対応する上記形状モデルの上記小領域のそれぞれについての歪角度を計算する段階とを備えていることを特徴とする板状体の透視歪のシミュレーション方法。

【請求項2】上記小領域のそれぞれについての上記歪角度を表示する段階をさらに備えていることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】上記板状体が自動車のウインドシールドであり、上記観測基準点が自動車のアイポイントであることを特徴とする請求項1または2の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、板ガラスなどの板状体を通して物体を観測したときの透視像の光学的歪（以下、「透視歪」という）をシミュレーションする方法に関し、特に、自動車のウインドシールド（すなわち、フロントガラス）についての透視歪のシミュレーション方法として好適なものである。

【0002】

【従来の技術】最近の自動車の外形のデザインは、空力特性への配慮から複雑な3次元曲面を取り入れるようになって来ており、このために、自動車に備え付けられるウインドシールドなどのガラスの形状も曲面化が進んでいる。しかし、ガラスの成形技術の限界のために、曲面化に対応してガラスの表面を平滑に保つことは困難であるから、運転者がウインドシールドを通して物体を見ると、物体が歪んで見える場合がある。この現象を透視歪現象といい、透視歪の大きさは、一般的に、ウインドシールドなどの板状体上の各点について、横方向における歪角度である横歪角度および縦方向における歪角度である縦歪角度という2つの物理量で表すことができる。そして、図9に示すように、横歪角度は、板状体を通さずに観測される水平線分ABと、板状体を通して観測される線分A'B'とのなす角度 α で、縦歪角度は、板状体

を通さずに観測される垂直線分ACと、板状体を通して観測される線分A'C'とのなす角度 β でそれぞれ定義される。

【0003】自動車のウインドシールドについて実際に検出される歪角度と官能評価とを組み合わせることにより、人間が透視歪を感じ始めるしきい値歪角度を定めることについて、牧口氏などが研究を行っている（「自動車用ウインドシールドガラス透視歪の解析」、日科技連第15回多変量解析シンポジウム、1991年11月）。それによると、JIS規格で定められた自動車のアイポイントからウインドシールド1を観察したときのいわゆる観察ゾーンG1～G4（図10参照）の違いによって、しきい値歪角度が異なることが判明した。また、各観察ゾーンG1～G4でのしきい値歪角度は、横歪角度を横軸に、縦歪角度を縦軸にとると、図11に示すような直線（判別関数）で近似的に表されることも明らかになった。したがって、この判別関数を利用することにより、ウインドシールド1のほぼ全面の領域を構成する複数の小領域のそれぞれを通しての縦および横歪角度を検出することのみで、人間が感知可能な透視歪がウインドシールド1に生じているか否かを評価することが可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】なお、牧口氏などは、ウインドシールドなどの板状体の透視歪を検出するにあたり、図12に示すように、自動車2に実際にウインドシールドを備え付けた状態でそのアイポイントEPに写真機を保持し、自動車2の周囲に巡らせた直交格子状の直線模様を有するパネル4を撮影することにより、歪角度の検出を行っている。

【0005】また、本発明者は、板状体の透視歪を短時間で高精度に検出できるシステムを他の1人と共同で発明し特許出願している（特願平4-141001号）。このシステムでは、図13および図14に示すように、水平方向に回転可能な載置台5にウインドシールド1を取り付け、ウインドシールド1を水平方向に回転させつつ、多数のLED6が縦長に配されたLED板7中の直角をなす3つのLED6からなるターゲットを、アイポイントEPに保持した首振り可能なCCDカメラ8で順次撮像することによって、透視歪を検出するようにしている。この場合、多数のLED6は、図14の(A)に示すように、適当な格子間隔で縦に2列、横に多数列配されている。また、第1回目の撮像では、図14の

(B)における3個のLED(n, 1)、(n, 2)、

(n-1, 1)のみが発光してこれら3個のLEDが撮像され、第2回目の撮像では、図14の(B)における3個のLED(n-1, 1)、(n-1, 2)、(n-2, 1)のみが発光してこれら3個のLEDが撮像される。そして、このような撮像がウインドシールド2のほぼ全面にわたって順次行われる。また、このようにして

撮像された3個のLEDの座標位置を検出することによって、図9に示す横歪角度 α および縦歪角度 β がこれら3個のLEDからなるターゲットに対応するウインドシールド1の小領域毎にそれぞれ算出される。

【0006】しかし、このシステムの場合や上述の牧口氏などの透視歪検出方法の場合は、いずれも、実際にウインドシールドを通して物体を観測して透視歪を検出するようにしている。このために、しきい値歪角度を超える透視歪を発見したときには、ウインドシールドの形状を再設計して加熱曲げ型を作り直すか、あるいは、加熱曲げ型を部分的に修正する必要がある。したがって、加熱曲げ型の製作に長時間を要しかつ工程的にも無駄が生じ易い。

【0007】なお、加熱曲げ型の製作を効率的に行うために、ウインドシールドの設計図面を用いて光学的作図法により透視歪を予測計算することが試みられている。しかし、この方法では、光学的作図に多大の時間を必要とするから、ウインドシールドの全面領域について透視歪を予測計算することが困難であり、このために、実用性に乏しい。

【0008】本発明は、上述のような問題点に鑑みて、実際に透視歪を検出することなくシミュレーション計算を行うことによって、板状体の透視歪を短時間で高精度に検出し得る方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、与えられた形状データから得られる板状体の3次元曲面の形状モデルの透視歪をシミュレーションするために、上記形状モデルを複数の小領域に分け、これら複数の小領域について透視歪をそれぞれシミュレーションする方法において、与えられた形状データから板状体の3次元曲面の形状モデルを得る段階と、少なくとも3つの仮想点を有するターゲットを複数備える仮想平面を、上記形状モデルに対する観測基準点の反対側に得る段階と、上記仮想点のそれぞれから上記観測基準点の方向に向かう仮想光線が上記形状モデルの一方の面および他方の面で屈折した後に進行する方向を表す直線と、上記仮想平面との交点を得る段階と、同一のターゲットを構成している上記仮想点とこれらの仮想点についての上記交点とから、このターゲットに対応する上記形状モデルの小領域のそれぞれについての歪角度を計算する段階とを備えていることを特徴とする板状体の透視歪のシミュレーション方法に係るものである。

【0010】また、本発明においては、板状体の透視歪の評価を容易に行い得るようにするために、上記小領域のそれぞれについての上記歪角度を表示する段階をさらに備えているのが好ましい。さらに、本発明においては、上記板状体が自動車のウインドシールドであるときには、運転者から見た透視歪を評価し得るようにするために、上記観測基準点が自動車のアイポイントであるの

が好ましい。

【0011】

【作用】本発明によれば、板状体を実際に製造するのに用いる加熱曲げ型などの型を製作する前に、板状体の透視歪を短時間で高精度に検出することができるから、型を作り直すなどの無駄な工程を省くことができる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の透視歪のシミュレーション方法を、自動車のウインドシールドの透視歪検出シミュレーションに適用した場合の一実施例について説明する。

【0013】図1は、本実施例による透視歪のシミュレーション方法の流れ図であり、図2は、本実施例の方法を実施するためのシミュレーションシステムの概略を示したものであり、図3は、本実施例におけるウインドシールドの形状モデル、アイポイントおよび仮想平面の位置関係を示したものである。

【0014】図1および図2に示すように、本実施例による透視歪のシミュレーション方法においては、まず、ウインドシールドの形状データ（ステップS1またはS2）からその3次元曲面の形状モデルが生成される（ステップS3）。この形状データは、図1および図2に示すように、ウインドシールドをCADシステムで設計した場合には形状設計段階におけるデータ（ステップS1）を書き込んだ磁気テープなどから磁気再生装置11によってコンピュータ12に入力するか、あるいは、設計図面13（ステップS2）をディジタイザ14でプロットすることによりコンピュータ12に入力するかすればよい。

【0015】生成された形状モデル10は、図3に示すように、内表面SU1と外表面SU2とからなり、これらの内表面SU1および外表面SU2の形状モデル10は、それぞれ、パッチ（面素）10の集合体として表現される。そして、各パッチは、たとえば、クーンズ（Coons）曲面、ベジエ（Bezier）曲面またはBスプライン曲面などで数学的に表現することができる。

【0016】図4には、ウインドシールド1の3次元曲面の形状モデル10のモデリング処理の流れが示されている。この図4において、まず、図5の（A）および（B）に示すようなマイラー図と称されているウインドシールド1の平面図および側面図上の多数の点P1、P2、P3……の3次元座標データをディジタイザ14などで指示してコンピュータ12に入力する（ステップS11）。次に、点列を通る格子状の3次元スプライン曲線を生成する（ステップS12）。次に、スプライン曲線を境界として曲面を四辺形パッチに分割し、パッチの各辺に沿ったパラメータu、vによって表現されるクーンズ面のような双3次パラメトリック曲面を生成する（ステップS13）。この曲面をウインドシールド1の内表面SU1の形状モデルとし、次に、板厚分だけオフセットした外表面SU2の形状モデルを生成する（ステ

ップS14)。最終的な形状モデル10は、これら内表面SU1および外表面SU2の形状モデルをあわせたものからなっている。

【0017】コンピュータ12は、図1～図3に示すように、入力された形状データに基づいてウインドシールド1の形状モデル10を生成した後、形状モデルの位置に即した位置に観測基準点であるアイポイントEPを定める(ステップS4)。この場合、形状モデルについてのデータ(板厚などのガラスの仕様)だけでなく、ヒップポイント(運転者のヒップの位置)やトルソーアングル(座席の傾き角度)なども必要に応じて考慮される。さらに、コンピュータ12は、形状モデルに対するアイポイントEPの反対側(すなわち、形状モデルの外表面側)に仮想平面21を生成する(ステップS5)。この仮想平面21は、形状モデル10から適度に離れた位置に形状モデル10とほぼ平行になるように生成される。また、仮想平面21は、ほぼ直角をなす3つの仮想点PO、POa、PObからなるターゲット22(図14の(B)におけるターゲットに相当する)をアイポイントEP側に多数(後述の小領域の数と同数)備えている。さらに、ターゲット22は、アイポイントEPから形状モデル10を通して仮想平面21を観察したときに、形状モデル10の表面を上記パッチよりもさらに細かく

(例えば、500～5,000個に)分割した領域(以下、「小領域」という)23のそれぞれに1つのターゲット22が観測されるように、仮想平面21に配置される。

【0018】次に、コンピュータ12は、形状モデル10、アイポイントEPおよび仮想平面21を用いて、透視歪角度を求めるための計算を行う。この計算手順としては、まず、あるターゲット22を構成する3つの仮想点PO、POa、PObのそれぞれからアイポイントEPの方向に向かう仮想光線が形状モデル10の外表面SU2および内表面SU1で屈折した後に進行する方向を表す直線と、仮想平面21との交点が求められる(ステップS6)。この交点の位置は、近似的に、仮想点PO、POa、PObが実際に観察される位置とみなすことができる。そして、3つの仮想点PO、POa、PObとこれらの仮想点についての3つの上記交点とから、これらの仮想点を構成しているターゲット22に対応する小領域23についての歪角度が計算される(ステップS7)。このような計算手順を繰り返すことによって多数の小領域23についてそれぞれ得られた歪角度についてのデータは、グラフィックディスプレイ15、プリンタ16、ハードコピー装置17によって歪角度分布図の形式で表示される(ステップS8)。

【0019】図6は、上記透視歪角度の計算の手順を示すものであり、図7は、上記交点を求めるための手順をより詳細に説明するための平面図である。透視歪角度の計算には、原理的には、ウインドシールド1がある場合

とない場合とで屈折作用により光線の進行方向が変わることを利用する。まず、仮想平面21上のあるターゲット22を構成するほぼ直角をなす3つの仮想点PO、POa、PObのうちの1つの仮想点POを計算開始点として設定する(ステップS21)。次に、仮想点POからアイポイントEPの方向へ向かう仮想光線24の進行方向のベクトルVK0を求める(ステップS22)。次に、ベクトルVK0を通る直線と形状モデル10の外表面SU2との交点P1を求め(ステップS23)、この交点P1における形状モデル10の外表面SU2の法線ベクトルVV1を求める(ステップS24)。

【0020】さらに、上記ベクトルVK0とベクトルVV1とから屈折の法則にしたがって仮想光線が形状モデル10の外表面SU2で屈折した後の進路を表すベクトルVK1を求める(ステップS25)。すなわち、仮想点POからの仮想光線24の外表面SU2への入射角度(法線に対するもの)を i 、仮想光線24の外表面SU1での屈折角度(法線に対するもの)を r 、ウインドシールドの空気に対する屈折率を n とすると、 $\sin i / \sin r = n$ が成り立つので、ベクトルVK0、ベクトルVV1および既知である屈折率 n から屈折角度を求めることができ、これからベクトルVK1を得ることができる。

【0021】次に、ベクトルVK1を通る直線と形状モデルの内表面SU1との交点P2を求め(ステップS26)、この交点P2における形状モデル10の内表面SU1の法線ベクトルVV2を求める(ステップS27)。さらに、上記ベクトルVK1とベクトルVV2とから上述の屈折の法則にしたがって仮想光線24が形状モデル10の内表面SU1で屈折した後の進路を表すベクトルVK2を求める(ステップS28)。最後に、ベクトルVK2を通る直線と仮想平面21との交点P3を求める(ステップS29)。この最終的に求められた交点(仮想点)P3の位置は、近似的に、アイポイントEPから観察したときに仮想点POが実際に観察される位置とみなすことができる。

【0022】次いで、同一のターゲット22を構成する他の仮想点POaおよびPObについても、ステップS21～S29を実行することにより、それぞれに対応する交点(仮想点)P3aおよびP3bを求める(ステップS30)。これらのデータから、図9に示す歪角度の定義にしたがって、上記3つの仮想点PO、POaおよびPObを有するターゲット22に対応する形状モデル10の小領域23についての縦横それぞれの歪角度を計算する(ステップS31)。この場合、縦横それぞれの伸び率を計算することもできる。なお、図9において、横伸び率は、水平線分ABに対する線分A'B'の比で、縦伸び率は、垂直線分ACに対する線分A'C'の比でそれぞれ定義される。

【0023】さらに、他のターゲット22についてもス

ステップS21～S31を実行することによって、それらのターゲット22に対応する小領域23についての縦横それぞれの歪角度を計算する（ステップS32）。以上の動作を繰り返すことによって、形状モデル10のほぼ全面領域についての歪角度を求めることができる。

【0024】得られた歪角度についてのデータは、ファイルに記録されると共に、ウインドシールド1全体の歪角度の分布が一目で把握できるようにするために、図8に示すように、横歪角度または縦歪角度の大きさを適当な範囲で区切って色分けした歪角度分布図としてディスプレイ表示および／またはプリントアウトされる（ステップS33）。なお、図8においては、色分け領域C1、C2・・・C11の順に歪角度が大きくなっている。また、この表示においては、図11に示すような判別関数を用いて、人間が感知し得る透視歪がウインドシールド1に生じているか否かを表すこともできる。さらに、この表示において、図10に示すような観察ゾーンG1～G4を附加的に表示するようにすれば、人間が感知し得る透視歪が生じているか否かをウインドシールド1の各観察ゾーン毎に表すこともできる。

【0025】以上に述べたように、本実施例においては、自動車のウインドシールドに発生する透視歪をコンピュータを用いてシミュレーションすることによって検出するようにしたから、ウインドシールドの透視歪角度を迅速かつ容易に検出することが可能となる。しかし、本発明が自動車のウインドシールドの透視歪検出だけでなくその他さまざまな板状体の透視歪検出にも用いることができるのは明らかである。

【0026】

【発明の効果】本発明は、上述のように板状体に発生する透視歪を比較的簡単なシミュレーションにより求めるようにしたから、板状体の透視歪を短時間で高精度に検出することができる。また、設計段階（すなわち、実際に加熱曲げ型などの型を製造する前）の板状体をシミュレーション対象とすることができるから、実際に修正が必要な透視歪が板状体に発生することが判明した場合には、型をそれにあわせて製作でき、このために、板状体の型を再製作するといった無駄を排除することができる。したがって、規格を満足する板状体の最終仕様を型の製作前に決定することができるから、設計の自由度が増すと共に、板状体の形状の設計から型の製作および板状体の成形までの工程を大幅に短縮して、製造コストを下げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による板状体の透視歪のシミュレーション方法の流れ図である。

【図2】図1に示す方法を実施するためのシミュレーションシステムの一例の概略図である。

【図3】図1に示す方法におけるウインドシールドの形状モデル、アイポイントおよび仮想平面の位置関係を示す図である。

【図4】図1に示す方法に用いられる形状モデルのモデリング処理の流れ図である。

【図5】（A）は図4に示すモデリング処理に用いられるウインドシールドの平面図であり、（B）は同上の側面図である。

【図6】図1に示す透視歪角度の計算の手順を示す流れ図である。

【図7】図6に示す手順を説明のするための形状モデル、アイポイントおよび仮想平面の位置関係を示す図である。

【図8】図6に示す手順を実行することによって得られる透視歪角度の分布を示すウインドシールドの正面図である。

【図9】板状体の透視歪角度の定義を説明するための図である。

【図10】自動車のアイポイントから観察したときのウインドシールドの観察ゾーンの区別を示す図である。

【図11】図10に示す観察ゾーンごとの判別関数を示すグラフである。

【図12】自動車のウインドシールドの透視歪を検出するための従来の方法の一例を示す図である。

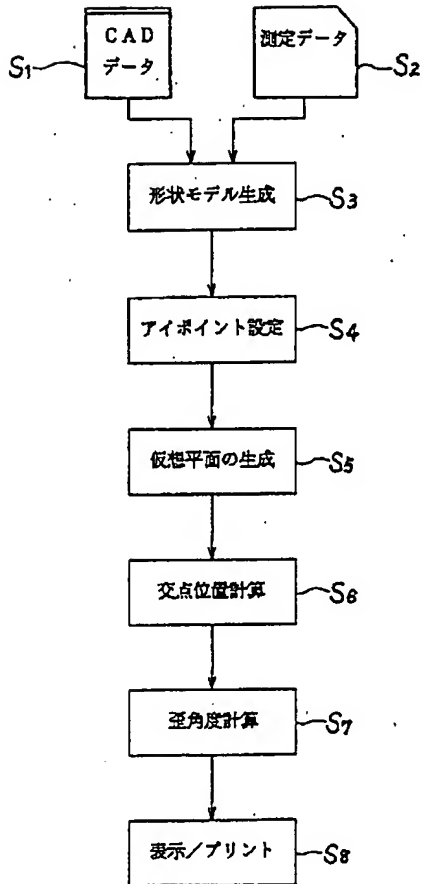
【図13】本発明者が他の1人と共同で発明した特願平4-141001号における自動車のウインドシールドの透視歪を検出するためのシステムを示す図である。

【図14】（A）は図13に示すLED板の中間部分を切り欠いた正面図であり、（B）はその部分的な拡大図である。

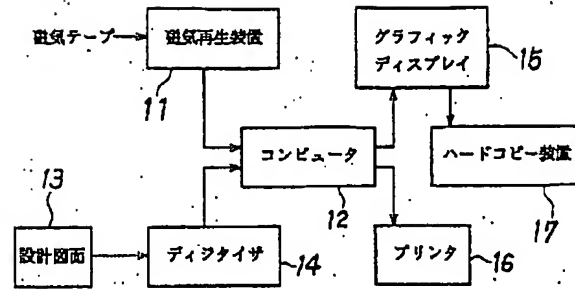
【符号の説明】

1	ウインドシールド
10	形状モデル
12	コンピュータ
21	仮想平面
22	ターゲット
23	小領域
24	仮想光線
EP	アイポイント
SU1	内表面
SU2	外表面

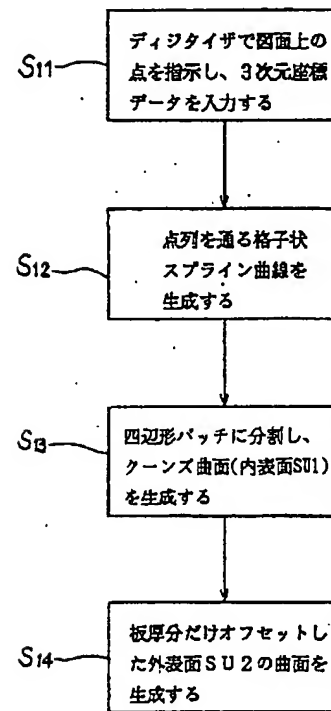
【図1】



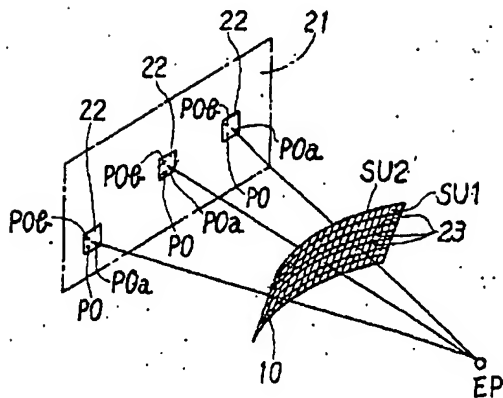
【図2】



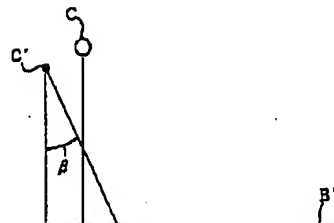
【図4】



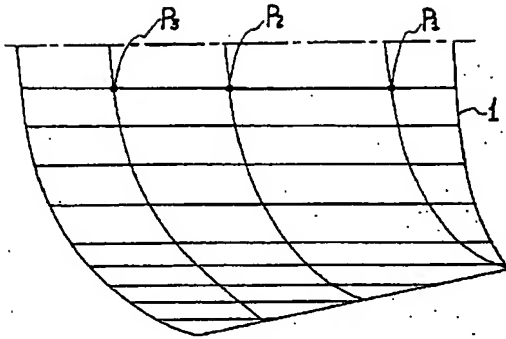
【図3】



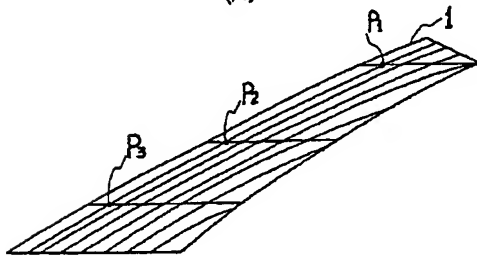
【図9】



【図5】

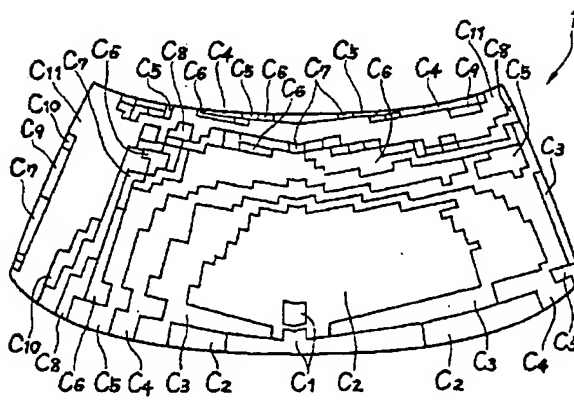


(A)

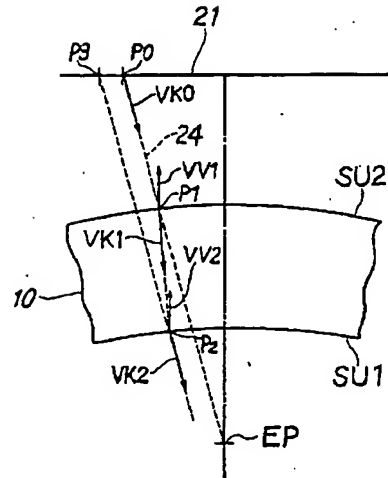


(B)

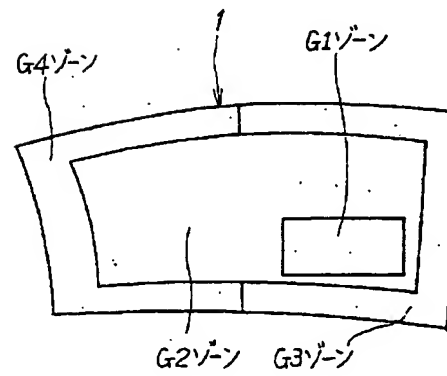
【図8】



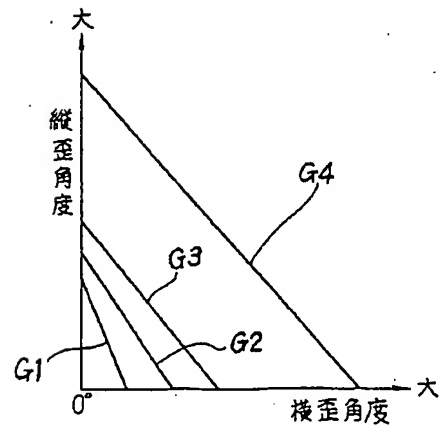
【図7】



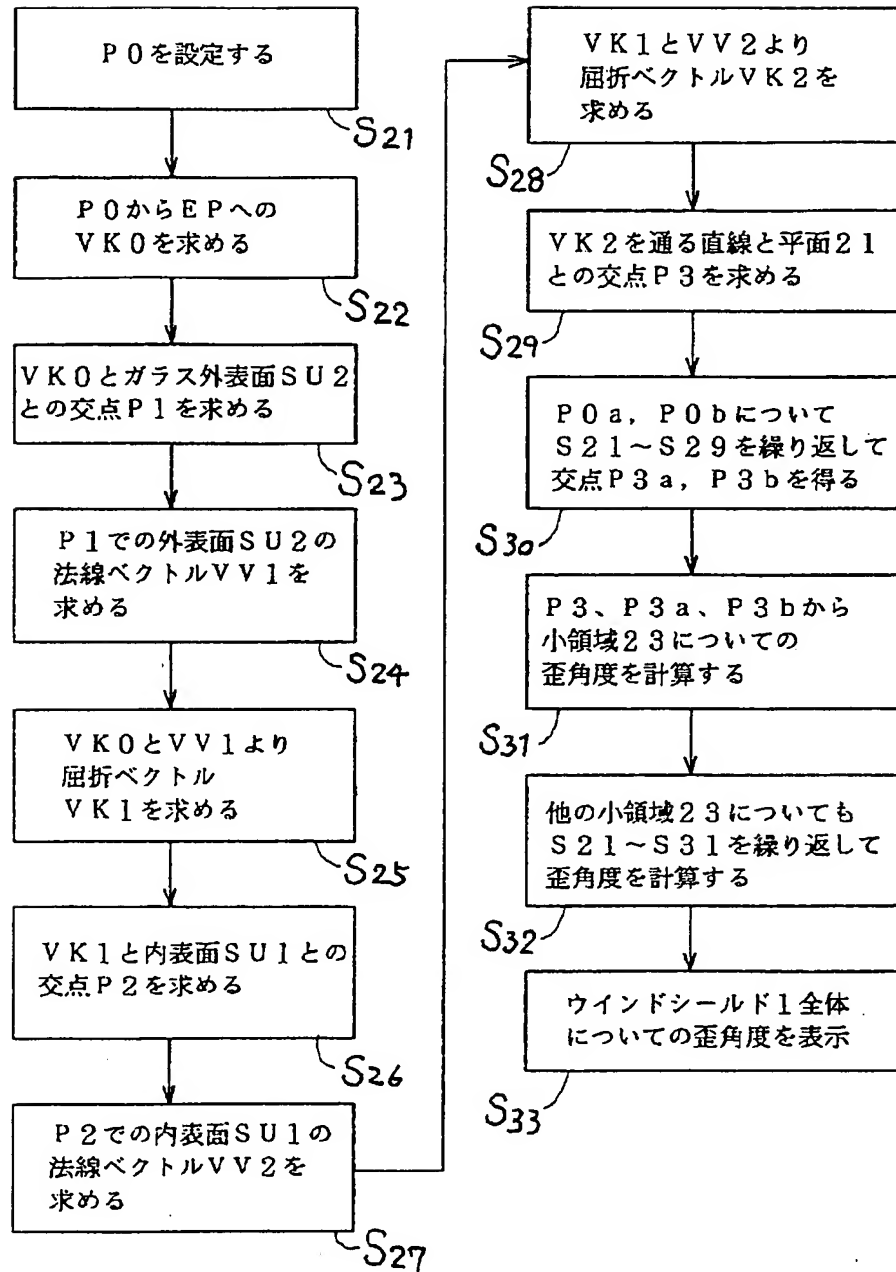
【図10】



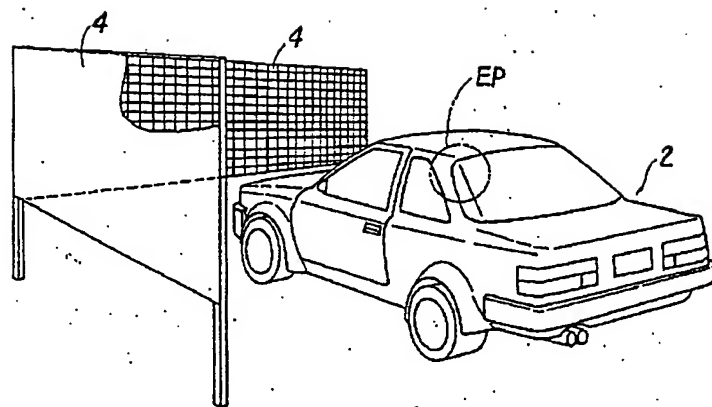
【図11】



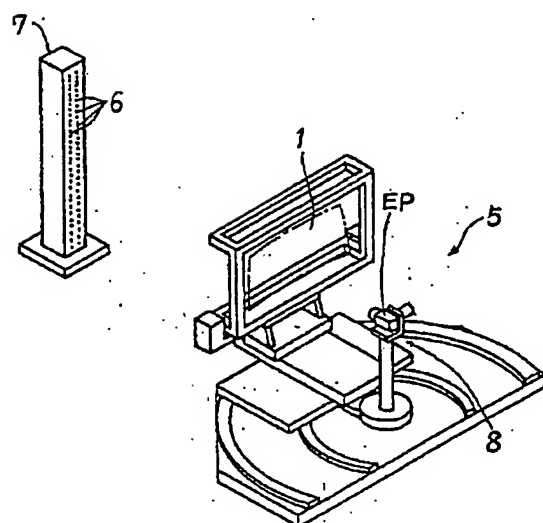
【図6】



【図12】



【図13】



【図14】

